



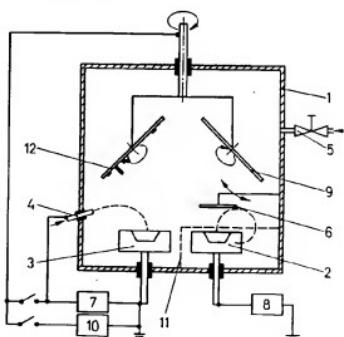
(11) Aktenzeichen: P 40 07 523.0
(12) Anmeldetag: 9. 3. 90
(13) Offenlegungstag: 12. 9. 91

(17) Anmelder:
Technische Universität Karl-Marx-Stadt, D-9010
Chemnitz, DE

(17) Erfinder:
Roth, Dietmar, Dr.rer.nat., D-9023 Wuestenbrand,
DE; Liebich, Juergen, Dipl.-Phys., D-9061 Chemnitz,
DE; Weizmantel, Ellen, Dipl.-Phys., D-9033
Chemnitz, DE; Harwardt, Peter, D-9044 Chemnitz, DE

(45) Vorrichtung zur plasmagestützten Abscheidung von Hartstoffsichtsystemen

(57) Die Vorrichtung dient der plasmagestützten Abscheidung von Hartstoffsichtsystemen, insbesondere Misch- oder Mehrfachschichten mittels Verdampfung. Die Vorrichtung ist so aufgebaut, daß in einer Vakuumkammer (1) getrennt und unabhängig voneinander regebar ein Bogenentladungsverdampfer (3, 4) für Titan und ein Elektronenstrahlverdampfer (2) für Bor oder Aluminium im homogenen Bereich eines Stickstoff-Argon-Plasmas und die Substrataufnahme (8) im Bereich einer konstanten Ionen-dichte von $(10^5 \cdot 10^6)$ Ionen/cm² angeordnet sind.



Beschreibung

Die Erfindung dient der plasmagestützten Beschichtung von metallischen und nichtmetallischen Substraten, Werkzeugen und Bauteilen mit haftfesten Hartstoffschichtsystemen auf der Basis Titan, Bor, Aluminium und Stickstoff zur Oberflächenveredlung, Korrosions-, Reibungs- und Verschleißminderung.

Es sind verschiedene Verfahren zur Abscheidung von Mehrfach- und Mischschichten bekannt.

In JP 58-217674 wird die Abscheidung von Titantrid-Gold-Mischschichten beschrieben, wobei mehrere widerstandsbeizteile Verdampfer und eine Glühkathodenanordnung zur Plasmaerzeugung verwendet werden. Das ist auch möglich, wenn zwei Elektronenstrahlverdampfer für Titan- und Goldverdampfung eingesetzt werden und die Plasmaerzeugung durch eine Glimmentladung realisiert wird.

Alle diese Lösungen benötigen Zusatz- und Hilfsreinigungen zur Plasmaerzeugung, die sich im allgemeinen störend in der Vakuumkammer auswirken und zusätzliche Verunreinigungen durch verdampfendes Kathodenmaterial bewirken.

Verdampferquelle und Plasmaerzeuger als Einheit in Form eines Hohlkathodenbogenverdampfers zur Titanverdampfung werden technisch realisiert (DD-WP 2 46 571). Als zweite Materialquelle werden eine oder mehrere Sputtereinrichtungen vorgeschlagen. Da es sich um Gleichstromsputtereinrichtungen handelt, können derartige Vorrichtungen nur zur Abscheidung einer zweiten Metallkomponente in Form eines Legierungsmaterials benutzt werden, da Sputtereinrichtungen dieser Form mit geringen Abscheidungsraten arbeiten. Echte Mischschichtsysteme sind auf diese Weise nicht herstellbar.

Außerdem werden durch den Hohlkathodenbogenverdampfer ein beträchtlicher Anteil Metalldampfionen in den Plasmaraum emittiert, die als Sputterionen äußerst nachteilig sind. Insbesondere verhindern sie die definierte Steuerbarkeit des Abscheidungsprozesses in bezug auf die Schichtzusammensetzung.

Durch die Erfindung soll erreicht werden, daß unter Verwendung nur eines Plasmaerzeugers auf beliebigen Substraten hafte Hartstoffschichten auf der Basis von Titan, Bor, Aluminium und Stickstoff in definierter Zusammensetzung abgeschieden werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem in einer Vakuumkammer getrennt und voneinander unabhängig regelbar ein Bogenentladungsverdampfer für Titan und ein Elektronenstrahlverdampfer für Bor oder Aluminium im homogenen Bereich eines Plasmas mit einer Ionendichte von $(10^1 - 10^9)$ Ionen/cm³ angeordnet sind. Das Bogenentladungsplasma erstreckt sich über den gesamten Raum der Vakuumkammer und ist annähernd homogen im gesamten Substratbereich. Das Plasma besteht aus einem Argon-Stickstoff-Gemisch, welches gleichzeitig zur plasmagestützten Beschichtung als Reaktivgas zur Verfügung steht. Der Bogenentladungsverdampfer dient der Titanverdampfung, wobei der größte Teil des Titans ionisiert vorliegt. Die zweite Verdampfungsquelle ist ein Elektronenstrahlverdampfer zur Verdampfung von Bor oder Aluminium. Mittels einer einfachen, auf Massepotential liegenden Abschirmung werden die auf Hochspannung liegenden Teile des Elektronenstrahlverdampfers vom Plasmaraum getrennt, so daß beide Verdampfer bei vorhandenem Plasma arbeiten können.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im

wesentlichen darin zu sehen, daß, während beide Verdampferiegel quasi Massepotential besitzen, an den Substraten eine variable negative Spannung liegt, um sowohl Gasionen als auch Ionen der verdampfenden Komponenten beschleunigen zu können und somit eine plasmagestützte Schichtabscheidung zu realisieren.

Durch die getrennte Regelung beider Verdampfer können die Auftaufgeschwindigkeiten von Titan, Bor und/oder Aluminium definiert variiert werden. Es können solche Betriebsarten eingestellt werden, daß entweder nur Titantrid, nur Bornitrid, nur Aluminiumnitrid oder Mischverbindungen abgeschieden werden.

Die Leistung des Hohlkathodenbogenverdampfers läßt sich sowie reduzieren, daß es zu keiner wesentlichen Titanverdampfung, trotz Plasmaerzeugung im gesamten Beschichtungsraum, kommt.

In dieser Betriebsart kann außerdem die Reinigung der Substrate durch Beschuß mit Argonionen vorgenommen werden.

20 Durch die beschriebene Abschirmung kann der Elektronenstrahlverdampfer im Druckbereich $(10^{-1} - 10^{-2})$ Pa stabil betrieben werden.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Es zeigt Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau der erfundungsgemäßen Vorrichtung.

Am Boden der Vakuumkammer 1 sind ein Elektronenstrahlverdampfer 2 und ein Hohlkathodenbogenverdampfer, bestehend aus Anode 3 und Hohlkathode 4, nebeneinander angeordnet. Eine auf Massepotential liegende Abschirmung 11 umgibt den Elektronenstrahlverdampfer und trennt ihn vom Plasmabereich. Die schwenkbare Blende 6 verhindert vorzeitiges Bor-Be-

dampfen der Substrate 12. Die isoliert und drehbar über den beiden Verdampfungsquellen angeordnete Substrataufnahme 9 besteht aus drei um ihre Mittelpunktsachse rotierbaren Kreisscheiben, auf denen sich die zu beschichtenden Substrate 9, in unserem Beispiel Wendeschneidplatten aus Hartmetall HG 123, befinden. Über dem Gaseinlaß 5 wird ein definierter Reaktivgasdurchsatz geregelt, das Einstromen des Inertgases erfolgt über die Hohlkathode 4.

Mittels der Stromversorgungseinrichtung 7 wird die Bogenentladung zwischen Hohlkathode 3 und Anode 4 gezündet und geregelt. Das negative Potential für die Substrataufnahme 9 kann wahlweise durch die Stromversorgungseinrichtung 7 oder eine externe Einrichtung 10 realisiert werden. Unabhängig davon dient die Stromversorgungseinrichtung 8 zum Betrieb des Elektronenstrahlverdampfers.

50 Im Beispiel wird die erfundungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines Titan-Bor-Nitrid-Schichtsystems auf Wendeschneidplatten aus Hartmetall HG 123 verwendet.

Während des Ionennetzens der Substrate 12, wobei deren negative Vorspannung kontinuierlich bis auf 600 V geregelt wird, erfolgt das Vorwärmen des bereits geschmolzenen Bors im Tiegel des Elektronenstrahlverdampfers 2 bis zu einer Leistung von 2,5 kW. Der Hohlkathodenbogenentladungsverdampfer brennt in dieser Zeit mit einer Leistung von 3 kW. Die Verdampfungs geschwindigkeit des Titans ist bei dieser Leistung vernachlässigbar gering. Nach Beendigung des Reinigungsvorganges werden der Hohlkathodenbogenentladungsverdampfer auf 10 kW und der Elektronenstrahlverdampfer 2 bis 4 kW getrennt hochgeregt. Gleichzeitig wird dem Inertgas (Argon) über das Gaseinlaßsystem 5 das Reaktivgas (Stickstoff) zugesmischt. Während des Beschichtungsvorganges herrscht im Rezipienten 1 ein Ar-

beitsdruck von 2×10^{-1} Pa. (Die Aufdampfgeschwindigkeit für Bor beträgt 0,4 nm/s, für Titan 2 nm/s.)

Die Hartmetall-Wendeschneidplatten befinden sich auf der rotierenden Substrataufnahme 9. Der mittlere Abstand der Substrate von den Verdampfern beträgt 50 cm.

Die mittels der Vorrichtung während einer Beschichtungszeit von 30 min abgeschiedene Titan-Bor-Nitridschicht hat eine Schichtdicke von ca. 1 µm und weist eine Härte von H 40 GPa bei guter Haftfestigkeit auf. 10

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur plasmagestützten Abscheidung von Hartstoffsichtsystemen, insbesondere 15 Misch- oder Mehrfachschichten mittels Verdampfung, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Vakuumkammer (1) getrennt und voneinander unabhängig regelbar ein Bogenentladungsverdampfer (3, 4) für Titan und ein Elektronenstrahlverdampfer (2) 20 für Bor und Aluminium im homogenen Bereich eines Stickstoff-Argon-Plasmas und die Substrataufnahme (9) im Bereich einer konstanten Ionendichte von 10^9 – 10^{10} Ionen/cm³ angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenstrahlverdampfer (2) 25 mittels einer Abschirmung (11) mit Massepotential vom Plasmaraum getrennt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate (12) eine variable 30 negative Vorspannung aufweisen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bogenentladungsverdampfer aus Hohlkathode (4) und Anode (3) besteht.

35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

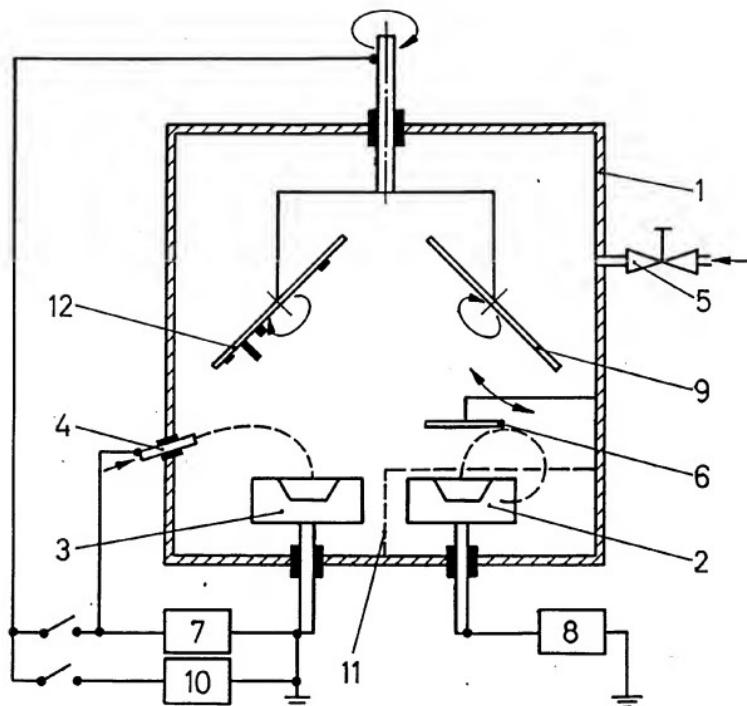


Fig. 1